

SURFACTANTS IN TEXTILE PROCESSING

表面活性剂 在纺织染加工中 的应用

纺织工业出版社

表面活性剂 在纺织染加工中的应用

[澳]A.达泰纳 著

施予长 等 译

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书系论述表面活性剂及其在纺织工业中应用的理论专著。

全书分9章。各章分别阐述润湿和分散体系的基本理论,表面活性剂应用中产生的增溶、乳化、洗涤、发泡、匀染等作用原理,以及在加工物表面形成薄层后产生平滑、柔软、抗静电、拒水、防污、防缩、缩绒等性能的机理,还扼要介绍了表面活性剂废水处理的原理。

本书可供纺织、染整、化纤等专业的工程技术人员和从事表面活性剂、染料生产的科技人员阅读,也可作为纺织院校师生的教学参考书。

特约编辑: 钟 明

Surfactants in Textile Processing

Arved Datyner

Marcel Dekker, Inc. 1983

表面活性剂在纺织染加工中的应用

[澳]A.达泰纳 著

施予长 等 译

纺织工业出版社出版

(北京康长安街15号)

纺织工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张: 7 字数: 154千字

1986年12月 第一版第一次印刷

印数: 1— 8,000 定价: 2.40元

ISBN 7-5064-0186-X/TS·0183

译者序

从1967年开始,美国Marcel Dekker出版公司陆续出版了《表面活性剂科学丛书》,各卷按专题编写,独立成册。本书是根据该丛书的第14卷《Surfactants in Textile Processing》(1983年出版)译出的。

自然界中相界面到处存在,表面活性剂是改变界面性质的物质,故有“工业味精”之称。纺织染加工的各个过程,无不涉及纤维和其他各种界面,这就为表面活性剂的应用提供了广阔的领域,使纺织工业成为表面活性剂的应用大户,而且所用品种之多也许胜过其他工业部门。

表面活性剂具有多种作用,它在纺织工业中应用时,是以润湿剂、乳化剂、洗涤剂、发泡剂、匀染剂、平滑剂、抗静电剂等各种名称出现的。但本书在叙述时,则以纺织染加工的过程为主题,着重讨论表面活性剂在各有关过程中的应用及其原理。

有时,为了使纤维获得某些性能(例如平滑、拒水、抗静电等),除了应用表面活性剂之外,还可使用其他一些物质,但本书只限于论述表面活性剂。

在表面活性剂科学领域中,至今还是实际应用走在理论研究的前面,存在着经验和技巧多,理论指导少的现象。本书的不足之处也正是这个带有普遍性的问题,因为它受到了科学发展水平的限制。有关表面活性剂在纺织工业中的应用及原理方面的论述,多散见于各专业期刊和书籍,作者以此为主题,编写成专著,这在英文版图书中也属首次。本书搜集的文献近至1981年,它使读者了解到本领域中科技发展的

前沿，有利于我们认识80年代初期的国际水平，使本书不失为
一本较新的有价值的参考书。

参加本书翻译工作的有施予长、袁琴华、冯振华、张文光四人。原书的错误之处在翻译过程中作了改正，并对全书的插表重新编了序号。全部译文由施予长统稿并担任总校。为了便于阅读，翻译时尽可能在理解原书内容的基础上，采用习惯的语句表达。但由于时间仓促，水平有限，译文中如有错误之处，恳请广大读者批评指正。

译者

1987年2月

作者序

在纺织加工过程中表面活性剂的应用范围也许胜过其他任何工业部门。而且，在有些纺织加工过程中，除了应用与表面活性及胶束化作用有关的性质之外，还利用了表面活性剂的一系列其他性质。因此，纺织工业是各种表面活性剂的一个巨大消费市场。而且，表面活性剂在纺织加工应用中，所涉及到的生产者和使用者的数量也是大量的。

尽管如此，至今还未见用英文出版的一本阐述表面活性剂在纺织加工过程中应用及其原理的著作。除了经常见到的一些专利产品介绍和相应的专利技术说明外，有关的资料颇为分散，不易搜集整理。作者在编写过程中试图尽量避免专利产品的叙述，而致力于专利技术的阐明。作者认为，与产品化学结构无关或联系很少的商品名称的介绍，是无多大益处的。而有关专利价值的评估，对于专业人员来说却是至关重要的。作者力图搜集本领域内最近的各种有价值的资料，以期引起从事表面活性剂和染料生产的化学工作者，以及应用表面活性剂的纺织工业科技人员的兴趣。

作者对于W.贝迪门(W. Biedermann)博士、B.R. 夸赖文(B.R. Craven)博士、G.B. 古塞(G.B. Guise)博士、R.凯勒(R. Keller)博士、C.H. 尼乔斯(C.H. Nicholls)博士和M.T. 派特索贝(M.T. Paitthorpe)博士所提的宝贵意见表示衷心感谢。此外，还要感谢R.J. (Fred) 巴塞特[R.J. (Fred) Bassett]、P. 拉瓦努(P. Ivanov)及其同事们把我潦草的手稿整理成打字稿。

阿维德·达泰纳

封面设计：刘晓霞

ISBN 7-5064-0186-X/TS·0183

定 价： 2.40 元

目 录

第一章 表面活性剂	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 离子型表面活性剂	(1)
第三节 非离子表面活性剂	(4)
第四节 离子型-聚醚表面活性剂	(5)
第五节 表面活性剂溶液	(6)
第六节 影响CMC和胶束聚集数的因素	(11)
第二章 润湿作用	(19)
第一节 平整表面的润湿	(19)
第二节 粗糙表面的润湿	(21)
第三节 浸湿	(23)
第四节 圆锥形毛细管的润湿	(24)
第五节 排除被包藏的空气	(26)
第六节 润湿的速率	(27)
第七节 拒水作用	(28)
第三章 分散体系	(30)
第一节 悬浮体	(30)
第二节 乳状液	(33)
第三节 泡沫	(35)
第四章 杂质的去除	(40)
第一节 洗涤	(40)
第二节 棉的煮练	(47)
第三节 洗毛	(52)
第四节 化纤织物的洗涤	(60)
第五章 染色	(62)

第一节	低溶解度染料用的分散剂和表面活性剂.....	(62)
第二节	匀染剂.....	(73)
第三节	后处理.....	(104)
第四节	染色中的泡沫问题.....	(105)
第六章	泡沫的应用.....	(110)
第一节	概述.....	(110)
第二节	发泡剂.....	(113)
第三节	泡沫染色.....	(114)
第四节	泡沫整理.....	(115)
第七章	表面活性剂在纤维表面的沉积.....	(118)
第一节	平滑剂.....	(118)
第二节	柔软剂.....	(127)
第三节	抗静电剂.....	(136)
第四节	拒水作用.....	(142)
第五节	沾污和防污.....	(150)
第六节	杀菌剂.....	(157)
第八章	其他染整过程.....	(160)
第一节	丝光.....	(160)
第二节	缩绒.....	(164)
第三节	防缩.....	(169)
第四节	原毛的炭化.....	(180)
第九章	表面活性剂的生物降解.....	(188)
第一节	阴离子表面活性剂.....	(188)
第二节	非离子表面活性剂.....	(193)
第三节	阳离子表面活性剂.....	(196)
参考文献		(197)

第一章 表面活性剂

第一节 概 述

由纺织纤维加工成各种纺织品的过程，包括纤维的洗涤直至纱线及织物生产，其中有些加工过程是在水溶液中进行的。在纺织染加工中用水作为介质时，总希望液体能快速而均匀地润湿纤维，这里，表面活性剂起了重要的作用。此外，表面活性剂还有洗涤、匀染等作用。特定用途的表面活性剂的选择，往往取决于表面活性剂分子与纤维以及体系中的其他组分之间的相互作用力。表面活性剂分子中既含有憎水部分又含有亲水部分，能吸附在两相界面上，降低界面张力。表面活性剂分子形成的吸附层能使界面稳定。

表面活性剂分子中的这两个性质不同的部分，使分子既有憎液性质，又有亲液性质。若溶液是水，则为憎水和亲水。表面活性剂分子所具有的这种“相憎”和“相亲”性质，常称之为“两亲”性质。

用于纺织染加工及其他工艺过程中的表面活性剂，按其能否在水中电离，可分为两大类。现将各类的典型结构叙述于下。

第二节 离子型表面活性剂

离子型表面活性剂常用“—○”表示，其中“○”表

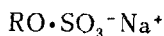
示带正电荷或负电荷的极性首基，“——”为与极性首基相连的非极性尾部。在此，体积较小且与表面活性离子带相反电荷的反离子没有画出。上述图示表明了表面活性剂分子结构中由于极性和非极性部分同时存在而具有不对称性，这种不对称性正是表面活性剂所必须具有的结构特征。另外，还有两性表面活性剂，其所带净电荷的符号和电量，随介质的pH值而变化。在某一pH值时，正、负电荷的电量可以相等，此时分子变为两性离子（双重离子）。另有一些两性表面活性剂，在某一pH值范围内呈现两性离子性质。现将离子型表面活性剂列举于下。

一、阴离子表面活性剂

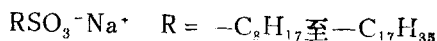
长链脂肪酸钠盐：



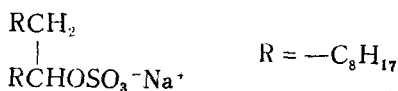
烷基硫酸酯钠盐：



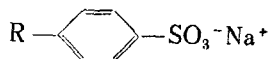
烷基磺酸钠：



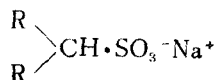
仲烷基硫酸酯钠盐：



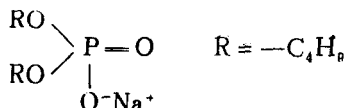
烷基芳基磺酸钠：



双烷基磺酸钠：



双烷基磷酸酯钠盐:



虽然烷基磷酸酯盐的价格较相应的硫酸酯盐和磺酸盐贵些, 但它在纺织染加工过程的各种pH条件下都不易水解, 有时还可用作缓冲剂。其腐蚀性较小。有些品种还是较好的乳化剂。

二、阳离子表面活性剂

氯化烷基三甲基季铵盐:



溴化烷基吡啶:



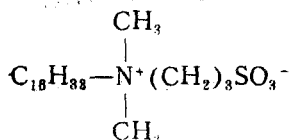
三、两性表面活性剂

所带电荷随介质的pH值而变化的两性表面活性剂:



3-N, N-二甲基 (N-十二烷基季铵酰胺) 丙酸盐

所带电荷不随介质pH而变化的两性表面活性剂:



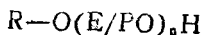
3- (N, N-二甲基-N-十六烷基季铵) 丙基磺酸盐

第三节 非离子表面活性剂

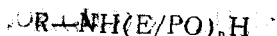
如果表面活性剂分子中的极性部分并不是局限在部分基团中,而是分布在分子的许多基团中,且在水中并不电离,则叫做非离子表面活性剂,用“ $\text{---}\sim\sim\sim$ ”表示。同样,这类表面活性剂的分子中也有非极性的尾部,但是,极性首基通常是由许多重复的基团如氧乙烯 $\text{---CH}_2\text{OCH}_2\text{---}$ 或有时是氧丙烯 $\text{---CH}(\text{CH}_3)\text{OCH}_2\text{---}$ 构成。非离子表面活性剂在水中的溶解度随分子中这种基团数目的增多而上升。在纺织染加工中所用的这类表面活性剂,氧乙烯基团数一般为8至30。烯化氧能与含有活泼氢基团(如 ---OH 、 ---NH_2 、 ---SH 、 ---COOH 、 ---CONH_2 等)的烷基或烷基芳基化合物起反应,由此反应制得的聚醚,其分子中氧乙烯链的长度是符合泊松(Poisson)分布的。分布的情况随生产条件而变,但氧乙烯链长的平均值是相同的。图1表示平均链长相同的两个聚醚A和B的链长分布(n), N 是聚醚中各组分的分子数。有些氧乙烯基团数在5以下的十二酰聚氧乙烯酯在工业上是以纯品形式出售的。

典型的非离子表面活性剂:

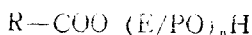
烷基醇聚醚:



烷基胺聚醚:



高级脂肪酸聚醚:



脂肪酰胺聚醚:

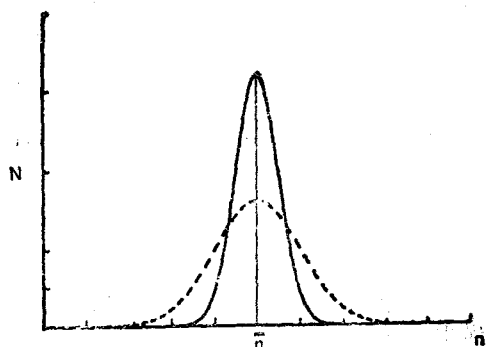
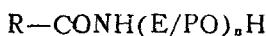
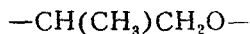
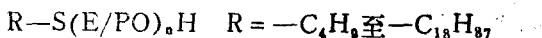


图1 两种非离子表面活性剂分子中聚醚链长度的分布



烷基硫醇聚醚:



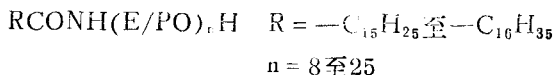
由于氧乙烯链长分布的差异, 以及所用原料烷基和烷基芳基化合物的来源不同, 产品目录中虽具有同样的化学结构, 但在工业上应用时常常表现明显不同的性能, 这是不足为奇的。

第四节 离子型-聚醚表面活性剂

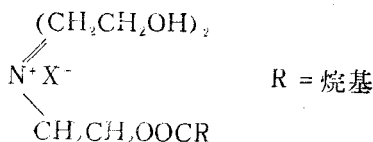
近年来又出现了许多表面活性剂, 其中有些表面活性剂分子中亲水基是非离子性的, 上面再接一个离子性基团, 还有一些表面活性剂, 其亲水性的非离子性基团和离子性基团, 分别与分子的憎水性部分相连。

这种不同亲水基团的复合结构，其目的不外是为了使表面活性剂分子既能和带相反电荷的离子型染料起络合作用，又能被吸附在纤维的表面，形成一种水溶性的络合物（表面活性剂-染料络合物），或使纤维具有吸附水的能力（作为抗静电剂）。这类表面活性剂的例子如下：

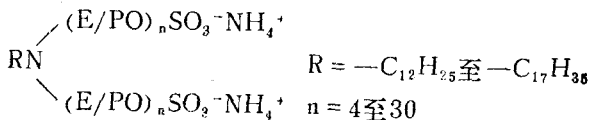
弱阳离子-聚醚：



阳离子-聚醚：



阴离子-聚醚：



关于这类表面活性剂的应用将在后面讨论。

第五节 表面活性剂溶液

表面活性剂分子的憎水部分通常由脂肪烃、脂肪-芳香烃或芳香烃基构成，因此，实际上是不溶于水的。而极性的亲水基团能使整个分子（或离子）具有水溶性。由于这些不同性质在同一个分子中是被隔开来的，因此，水溶液中表面活性剂分子吸附在溶液与另一相的界面上，不管这一相是气

体，还是与水不能互溶的液体或者固体。在界面上吸附的表面活性剂数量取决于它的化学结构。格里芬(Griffin, 1949)曾提议用经验数据——亲水亲油平衡值(HLB)，作为近似地比较不同表面活性剂的亲水和亲油程度大小的量度。

$$HLB = 20 \left(1 - \frac{M_n}{M_t} \right)$$

式中 M_n 表示表面活性剂分子憎水部分的分子量， M_t 为整个分子的分子量。由此可知，分子的憎水性越强，则HLB越小。戴维斯(Davies, 1957)对表面活性剂分子中的各种基团赋予HLB经验数值，这些数值之和等于整个分子的亲水亲油平衡值。

$$HLB = \Sigma (\text{亲水基团的数值}) - \Sigma (\text{憎水基团的数值}) + 7$$

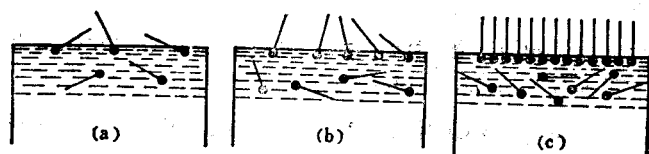


图2 表面活性剂水溶液暴露在空气中时表面活性剂分子的排列情况

图2表示表面活性剂水溶液暴露在空气中时表面活性剂分子的排列情况。表面活性剂分子在表面上的浓度要比溶液内部大。在溶液内部，分子是杂乱分布的；而在表面上，分子的极性首基伸入水中，憎水性尾部躺在表面上，如图2(a)所

示。当表面活性剂浓度增加时，将有更多的分子吸附在表面上，这种趋势一直持续到没有足够的水表面能容纳憎水性尾部为止。此时，分子在表面呈直立状态，如图2(c)所示。表面活性剂分子在表面上浓度的增加，导致表面张力下降，即使表面活性剂浓度稀至0.5g/L时，表面张力也能从72mN/m (25℃时) 降至约30mN/m或更低些。

人们发现，与水溶液中表面活性剂浓度有关的一些性质如表面或界面张力、电导率、洗涤性能、电泳淌度等，在某一特定的浓度值或在一较为狭窄的浓度范围内，会发生或多或少的突变。一般认为，这些性质的突变是由于随着浓度的增加导致了表面活性剂分子的缔合。最初表面活性剂分子在溶液中浓度很低，分子周围几乎总是被水分子包围着。浓度增高时，将有较多的表面活性剂分子相互靠近，相互间的作用显著增强，从而导致形成缔合物或胶束。在胶束中每个分子的亲水基朝向水，憎水性基团则相互作用而聚集在一起。胶束是高度水溶性的，且与溶液表面上单分子层的表面活性剂分子建立平衡。溶液的性质发生突变时的浓度叫做临界胶束浓度 (CMC)。虽然溶液性质的突变常常是十分显著的，但是不能认为在低于CMC时一点也没有胶束存在。有证据说明，在刚低于CMC时溶液中还会发生胶束化作用，存在着以少数分子缔合而成的小型缔合体。每一个胶束中的表面活性剂分子数（聚集数）在平均值上下略有变化，但随着烷基链长的增加，这种变化范围将增大。测定聚集数可以有多种方法，通常采用测粒径大小的方法。

胶束有各种形状，哈特莱 (Hartley, 1949) 和罗施 (Rösch, 1960) 认为胶束是球形的。在纺织染加工中表面活性剂的浓度高于CMC时，胶束很可能是球形的。图3是离